

Collection

Documents **S**ystèmes **A**graires

N° 6

**AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES
ET SYSTÈMES DE PRODUCTION**

Actes du III^{ème} Séminaire
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME I



Département Systèmes Agraires du CIRAD

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Collection Documents Systèmes Agraires

Cette collection a pour but de publier les études et travaux des chercheurs du Département des Systèmes Agraires du CIRAD ainsi que ceux effectués sous leur direction ou en collaboration avec le département.

Ces études et travaux peuvent être :

- des compte-rendus de travaux de recherche entrepris sur les différents terrains où intervient le DSA,*
- des documents, rapports de mission, notes de synthèse, faisant le point sur des opérations de recherche sur les systèmes agraires ou de recherche-développement,*
- des mémoires et travaux de fin d'études apportant une contribution originale à la connaissance des systèmes agraires,*
- enfin des documents méthodologiques ou bibliographiques*

Tous ces documents sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs.

Cette collection se veut avant tout un instrument de diffusion des travaux de base du DSA.

Elle vient compléter "les Cahiers de la Recherche-Développement", périodique ouvert à tous, en vue de faire connaître les expériences et les méthodes relatives aux recherches sur les systèmes agraires et aux opérations de recherche-développement.

Cette même collection est également complémentaire de la "Gazette des systèmes", bulletin de liaison du DSA, qui fournit des informations sur les activités du Département et diffuse une sélection de textes relatifs à la démarche systémique.

Collection

Documents Systèmes Agraires

N° 6

AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES ET SYSTÈMES DE PRODUCTION

Actes du III^{ème} Séminaire
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME I



Département Systèmes Agraires du CIRAD

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Avenue du Val de Montferrand - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CÉDEX

Tél. 67.63.91.70
Télex DSA 490 294 F

| | | | |
|-------------|--|-------|--------|
| K. EGGER | L'intensification écologique. Conservation (LAE) et amélioration des sols tropicaux par les systèmes agro-sylvo-pastoraux. | | p. 129 |
| J.P. GOUDET | Note sur les actions de recherche en conservation des eaux et du sol menées par le CTFT en zone soudano-sahélienne. | Sahel | p. 137 |

II. Petite et moyenne hydraulique - Atelier II

| | | | |
|---------------------------------|---|----------------------|--------|
| J.L. SABATIE | Synthèse des travaux. | | p. 143 |
| S. BERTON | Petits ouvrages d'aménagement de bas-fonds en Afrique de l'Ouest : réussir avec quels outils ? | Sahel | p. 151 |
| D. BOUBEE | Les petits périmètres irrigués villageois à l'aval des forages, une contribution à l'amélioration de la gestion des ressources en eau souterraine en zone soudano-sahélienne. | Sénégal | p. 157 |
| P. DUGUE | L'utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village : perspectives de développement de petits périmètres irrigués de saison des pluies et de saison sèche au Yatenga. Contraintes techniques et socio-économiques. | Burkina Faso | p. 167 |
| G. DIEMER | Le génie rural : applicabilité universelle ou ethno-science ? | | p. 175 |
| Y. CLOUET | Intervention des techniques modernes dans l'agriculture traditionnelle : l'exemple du Yémen du Nord. | Yémen | p. 187 |
| A. DE QUEIROZ, A.F. LIMA, LOPEZ | La recherche sur la petite et moyenne hydraulique dans le tropique semi-aride brésilien et sa politique d'expansion. | Brésil | p. 195 |
| X. VERZAT | L'installation de migrants sur un périmètre rizicole : l'exemple de Bagre au Burkina Faso (1980-1981). | Burkina Faso | p. 203 |
| Présentat. G. BARRIER | Synthèse des évaluations rétrospectives de trois projets de périmètres irrigués en zone sahélienne financés avec le concours de la Caisse Centrale. | Burkina Faso/Sénégal | p. 209 |
| A. LE GENTIL | Création de périmètres irrigués en Haïti : rôle du projet et des usagers dans la conception, la réalisation et la gestion des aménagements. | Haïti | p. 223 |
| P. RAHARISON | Expérience malagasy dans le domaine de l'exploitation à petite échelle des ressources hydrauliques. | Madagascar | p. 235 |
| B. BARRY | Situation des aménagements hydro-agricoles des sols salés de Basse-Casamance. | Sénégal | p. 241 |
| F. GADELLE | Aménagement de la plaine de Forgho au Mali. | Mali | p. 253 |

L'intensification écologique Conservation (LAE) et amélioration des sols tropicaux par les systèmes agro-sylvo-pastoraux

K. EGGER

*Université de Heidelberg
Institut de Botanique*

L'approche agro-sylvo-pastorale est en train de gagner du terrain dans le développement rural et elle est devenue presque un paradigme pour les stratégies écologiques. Avant de présenter les détails méthodologiques réalisés dans différents projets en Afrique, il semble donc souhaitable de commencer par quelques réflexions théoriques.

L'aide internationale au développement et ses stratégies sont souvent fortement critiquées et on observe un large consensus : les résultats des efforts de développement ne sont pas satisfaisants. Vu les budgets des projets, les réalisations apparaissent limitées, relativement chères et exerçant sur l'environnement et sur les systèmes sociaux une influence négative.

Pour rendre plus efficace le travail des projets de développement, il faudrait donc identifier les raisons de l'échec au moins partiel des actions en cours. Trois orientations bouleversent actuellement les conceptions antérieures :

- une nouvelle relation recherche-développement se crée pour assurer un meilleur transfert des résultats acquis par la recherche vers le développement et des questions que se pose le développement vers la recherche.
- de nouvelles tendances méthodologiques dans la planification et l'évaluation des projets augmentent la rationalité, la cohérence et la transparence des actions. Le processus de développement est appréhendé comme un système dynamique et complexe.
- de nouvelles conceptions surgissent, au lieu d'une évaluation des projets, qui suit exclusivement des critères technologiques et économiques, on se réfère à de

nouvelles valeurs dans le domaine social et écologique.

Les nouvelles orientations se manifestent clairement dans l'évolution des théories de développement ; rappelons que la conception encore très simpliste du "transfert des technologies", de la modernisation, dont la révolution verte représente l'aspect agricole, fut transformée en "développement rural intégré", dans lequel le système social et l'approche systémique jouent un rôle dominant.

Finalement la théorie de l'écodéveloppement dépasse encore ce stade en élargissant la conception du développement par la prise en compte de l'environnement, l'intégration des aspects concernant le fonctionnement des écosystèmes et la valorisation prudente des ressources naturelles.

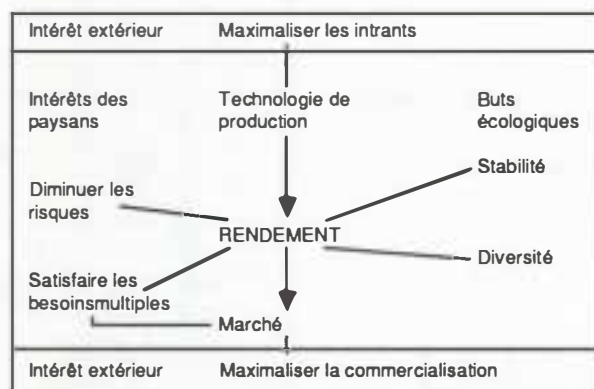
De nouvelles conceptions signifient également redéfinir, regrouper le système d'objectifs et retrouver une cohérence entre ces objectifs économiques, sociaux, écologiques, partiellement contradictoires. L'orientation actuelle du développement agricole du tiers monde tend à :

- minimiser les risques au lieu de maximaliser les rendements ;
 - accroître la subsistance familiale et l'autosuffisance nationale et réduire les importations ;
 - utiliser et valoriser les ressources propres à la place des intrants chers ;
- et concernant l'écologie :

- assurer le fonctionnement des agro-écosystèmes : les effets mutuels de l'eau, du sol, de l'air, du climat, des éléments nutritifs pour la satisfaction des besoins physiques, du bien être ;
- assurer l'existence des biotopes multiples et variés ;
- conserver une large diversité biologique et génétique ;
- conserver, développer, régénérer des paysages harmonieux et équilibrés.

Le fondement des objectifs écologiques peut être résumé dans deux mots : **diversité et stabilité**. Les objectifs économiques des paysans sont semblables. Ce sont les intérêts extérieurs qui faussent cette harmonie (voir diagramme 1).

Diagramme 1 - Objectifs



Comment réaliser les objectifs écologiques ? Ce sont l'approche systémique et la méthode de visualisation d'une manière simplifiée, les interdépendances des différents facteurs en jeu, qui nous permettent de généraliser la multitude de situations écologiques locales et leur dynamique actuelle.

On peut constater que les changements écologiques proviennent, quelque soit la raison, toujours d'une exploitation trop intensive du terrain arable, ce qui entraîne une dégradation de la fertilité du sol et de la végétation, en particulier de la strate arborée. Savanisation, même désertification et diminution de la diversité biologique en sont les conséquences. Cela est vrai en particulier en l'absence de mesures protectrices efficaces.

Diagramme 2 - Ecologie

La validité très générale de ce schéma nous permet de dire : que si l'intensification s'impose obligatoirement à cause de l'évolution démographique et de la diversification des besoins de base (éducation, formation, infrastructure, habitation, santé,...), elle implique un changement profond des méthodes de production, non seulement sous l'angle de l'augmentation des rende-

ments par superficie, mais également de la conservation du sol et de la diversité biologique.

Il est intéressant de regarder aussi d'une manière très générale, l'évolution des systèmes de production sous l'impératif d'intensification. L'intensification peut se réaliser avec ou sans mesures conservatrices, les conséquences écologiques seront alors fonction des choix effectués.

Un autre aspect très important est l'influence extérieure, surtout sous forme de la "modernisation" par transfert des technologies face aux conceptions autochtones.

Ces deux dimensions sont indépendantes : il y a sagesse et stupidité dans l'autochtonie et dans la modernisation. L'ensemble de ces possibilités est illustré par le schéma 3.

Diagramme 3 - Intensification écologique

Ce schéma indique que les bonnes solutions autochtones et modernes ne sont pas nécessairement contradictoires et ne s'excluent pas les unes des autres. Il est même fortement suggéré de rechercher leur synthèse, ou en d'autres termes, de revaloriser les connaissances traditionnelles dans le développement moderne.

Autre observation : la plupart des systèmes autochtones écologiquement stabilisés et intensifiés sont en fait des systèmes agroforestiers ou agro-sylvo-pastoraux. Des réalisations extrêmement sophistiquées et admirables existent dans toutes les régions tropicales. Pour ne citer que quelques exemples d'Afrique : Wachagga, Wakara, Pare, Meru, Kikuyu, Bamiléké, ...

Comment concilier objectifs écologiques et intensification ?

- Par une meilleure utilisation de la recherche de base dans les actions de développement par l'approche recherche-développement, mais avec les critères de l'écodéveloppement. Cela permet en même temps une meilleure intégration des aspects sociaux et de l'idéal de technologies appropriées.

- Par une méthodologie plus claire et logique de la planification des projets, qui garantit une meilleure relation entre problèmes, objectifs et opérations.

- Par une valorisation des expériences autochtones, ce qui favorise immédiatement les systèmes agro-sylvo-pastoraux, sans empêcher leur restructuration.

Les réalisations qui suivent ces règles pourraient être qualifiées d'"intensification agro-sylvo-pastorale écologique".

Diagramme 2

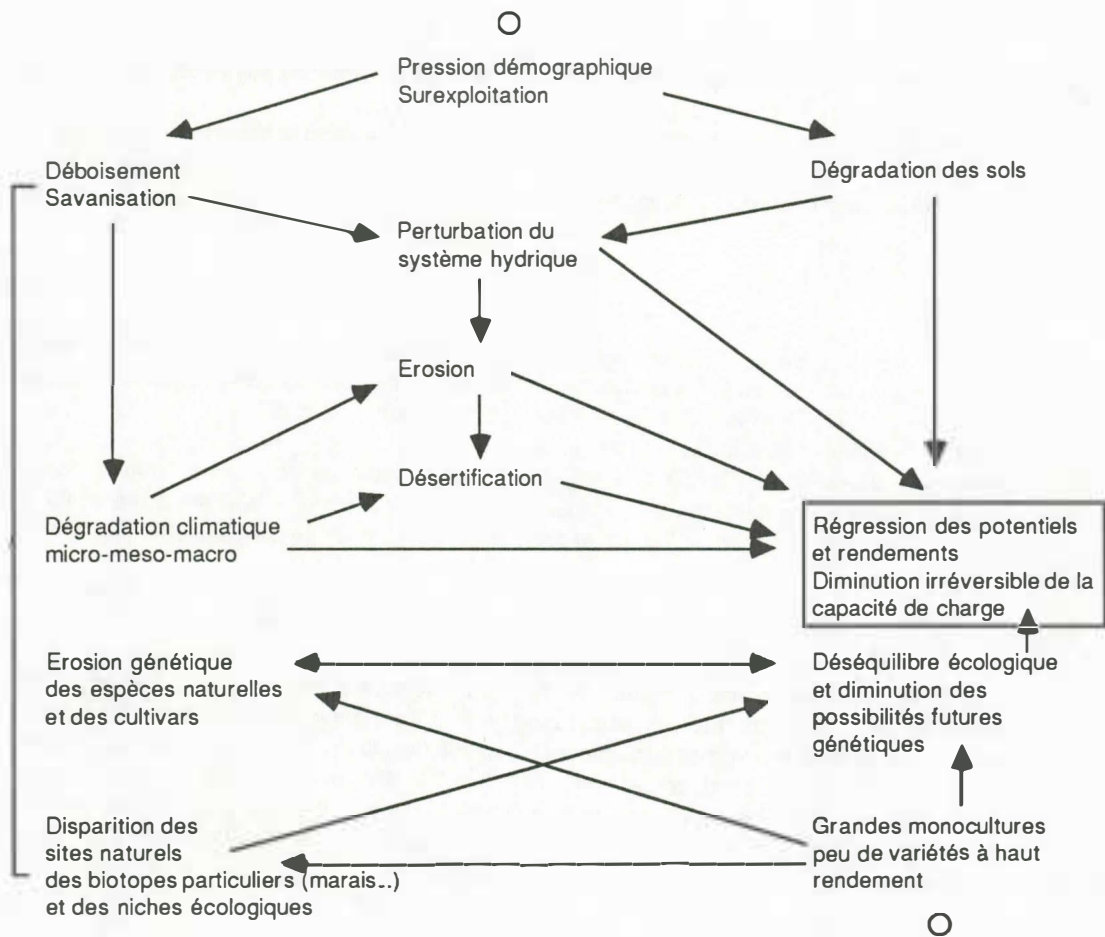
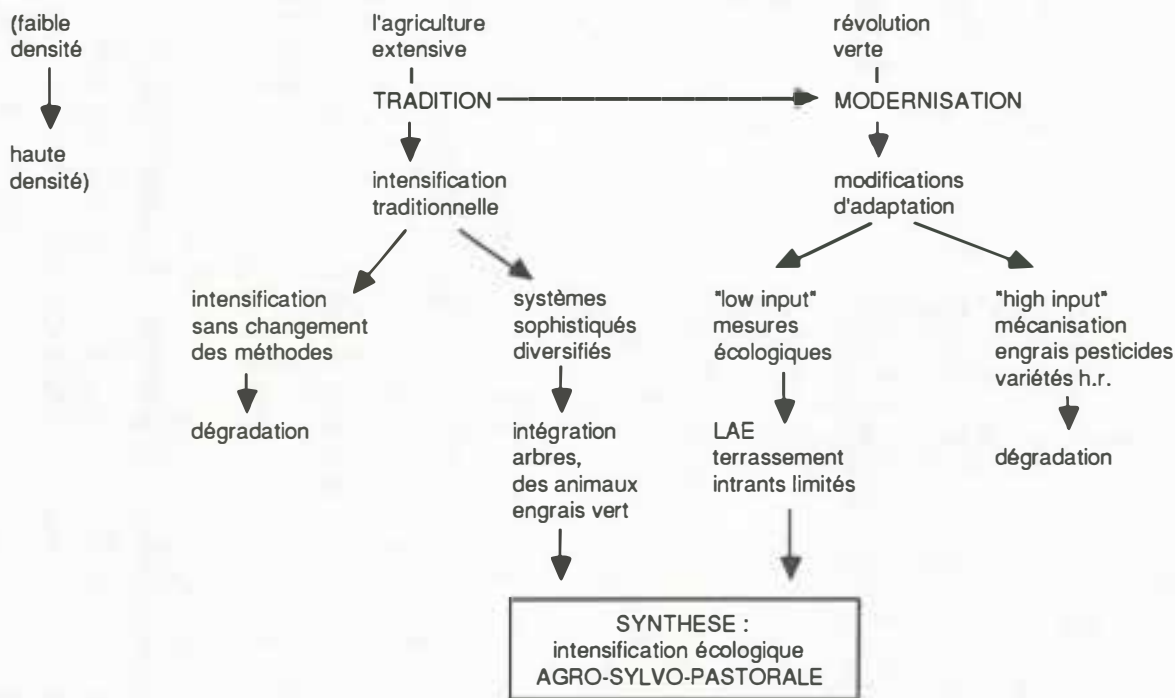


Diagramme 3



Réalisations

L'exemple du Rwanda illustre cette approche d'intensification écologique. Le projet agro-pastoral (PAP) de Nyabisindu (CTA) a donné l'occasion de travailler dans le sens d'une recherche-développement pour élaborer un ensemble de méthodes de production suivant les objectifs indiqués.

Les éléments clefs

Après une période d'orientation et d'accumulation de méthodes utiles il a fallu les réduire et les standardiser pour en faciliter la vulgarisation. On a retenu six éléments clefs, qui en vérité sont plutôt des thèmes (voir les fiches techniques pour plus de détails). L'ordre, le nombre et aussi le groupement des sous-thèmes peut varier légèrement, suivant les conditions locales et les différents projets.

1. L'intégration de l'arbre (agroforesterie)

C'est l'élément le plus efficace en ce qui concerne le changement visible de la physionomie des parcelles. Les courbes de niveau sont déjà largement acceptées et suivant un programme gouvernemental, la place rationnelle pour l'arbre est en haut du talus fixé par la haie vive. Ici, l'arbre peut renforcer le talus et accélérer la formation d'une terrasse.

Le choix des espèces suit toute une gamme de critères, dont l'essentiel est celui de la tolérance des cultures de bas de pente. Les espèces retenues actuellement sont :

Grevillea robusta, *Albizzia versicolor*, *Albizzia spec.*, *Croton macrostachyus*, *Acrocarpus Fraxinifolius*, *Cassia spectabilis*, *Cedrela odorata*, *Casuarina equisetifolia*, *Milletia dura*, *Maesopsis eminii*, et d'autres.

Ce qui n'est pas accepté, ce sont les eucalyptus, les cyprès et les pins.

Contre l'intégration de l'arbre, on évoque généralement des problèmes tels que :

La concurrence en lumière ; celle-ci peut être évitée par une densité optimale de 200-400 arbres par ha, mais de différent âge ; par l'élagage régulier, qui produit entre 1 et 3 m³ de bois. La densité recommandée n'a aucune influence sur le rendement des cultures malgré la production d'environ 10 m³ par an de bois de valeur et de chauffage.

D'autres signalent la concurrence en eau, en éléments nutritifs, en occupation du terrain. En ce qui concerne ces problèmes, nous avons pu observer que :

- l'augmentation de la transpiration est plus ou moins équilibrée par la diminution de l'évapotranspiration au

niveau du sol ;

- le feuillage tombant augmente la fertilité du sol ;

- la coupe régulière des racines latérales, qui a lieu automatiquement au cours du labour, force l'arbre de s'enraciner profondément. On peut ensuite cultiver jusqu'au tronc.

2. Fossé perdu fixé par haie vive en courbe de niveau

C'est un programme gouvernemental largement réalisé dont nous pouvons donc profiter. On recommande les changements suivants :

- remplacer deux tiers des graminées (*Trypsacum laxum*, *Setaria Pennisetum*) par des arbustes (*Leucaena*, *Calliandra*, *Callothyrsus*, *Cajanus Cajan*)

- planter dans les fossés des légumineuses. Leur biomasse peut être utilisée comme paillage ou compost.

La haie vive d'arbustes fixe très bien le talus de façon que la formation des terrasses peut avancer automatiquement sans aucun programme spécifique de terrassement. L'effet anti-érosif est très fort à condition que les fossés soient bien soignés. En plus la haie vive est la meilleure source de fourrage et de paillage, elle est fertilisée par le dépôt du matériel fin apporté par le ruissellement.

3. L'intégration de l'élevage

C'est aussi un programme gouvernemental déjà vulgarisé depuis quinze ans, connu au Rwanda aussi sous le nom "association de l'agriculture et de l'élevage". Il y avait une condition préliminaire particulière pour que cette association puisse s'effectuer. Par le passé, une minorité d'éleveurs avait le pouvoir politique, et les agriculteurs (90 %) étaient des vassaux au statut de serfs opprimés. A la faveur d'une révolution, la situation s'est renversée, et actuellement le leitmotiv de la politique officielle est celui de l'égalité des ethnies. Dès lors, les éleveurs sont dans l'obligation de faire l'agriculture et les paysans ont acquis le droit d'être propriétaires de bétail.

L'association de l'agriculture et de l'élevage est basée sur la stabulation et la production du fourrage. Notre recommandation est d'adopter la technique de l'étable litière, qui a donné les meilleurs résultats. Le fumier est stocké en condition d'anaérobiose, ce qui garantit la fixation complète de l'ammoniac, et est enlevé trois fois par an seulement. Nous avons eu l'occasion d'étudier ce système chez les Kikuyu au Kenya.

4. Engrais vert et fumure organique

Pour satisfaire les besoins de régénération de la matière

organique dans les conditions tropicales, il semble nécessaire d'assurer un apport supplémentaire de biomasse en dehors des résidus de récolte. Auparavant, ce supplément était ramassé en dehors du terrain cultivé (surtout dans les marais). C'était la jachère pâturée pendant plusieurs années qui remplissait la fonction de régénération de la fertilité.

L'occupation presque totale des surfaces labourables a exigé un changement des méthodes régénératrices. L'idée était, comme partout, de remplacer la matière organique par les engrais minéraux. Mais il est bien connu, et en particulier au Rwanda, qu'une telle pratique entraîne un cercle vicieux, économique et écologique : la condition fondamentale pour un bon fonctionnement des engrais est la présence d'humus (avec sa capacité de retenir les ions). Mais les engrais minéraux accélèrent la dégradation de l'humus, et de ce fait, leur efficacité est réduite.

Quelle est alors la relation optimale entre fumure organique et engrais minéral ? Actuellement, le prix des engrais favorise de plus en plus les régimes organiques.

Sous l'impératif d'intensification, il faut donc trouver une réponse à la question : comment remplacer la jachère de longue durée et la cueillette de biomasse par des méthodes de production de biomasse plus efficaces ? La recherche à Nyabisindu a démontré que la solution consiste en la production d'engrais vert au cours d'une jachère arbustive cultivée pendant une année et enfouie après. La biomasse produite peut facilement dépasser l'optimum ; pour éviter des effets négatifs de masses organiques mal décomposées, il faut, en cas de jachères bien réussies, enlever une partie du matériel et l'utiliser pour paillage, compostage, fourrage (le cajan, par ex.), litière.

De bons résultats ont été obtenus avec un mélange de *Teprosia vogelii*, *Cajanus cajan* et une *Crotalaria spec.* trouvé au Cameroun, semé à grande densité (une plante chaque dix centimètres). Sur les terrains très dégradés, où même ces arbustes ne se développent plus, un système plus sophistiqué peut entraîner la régénération. On fait des trous à une distance de 50 sur 50 centimètres, puis on apporte environ 200 grammes de compost enrichi, d'un peu d'engrais, on remplit les trous avec la terre sur place et on sème les graines des arbustes cités, qui vont pousser vigoureusement. On peut ensuite ajouter, aussi avec du compost, l'haricot dolique. Le rendement de celui-ci et du cajan peut encourager la décision de garder ce type de jachère un peu plus longtemps (1,5 - 2 ans).

5. L'association de cultures

Cette recommandation, le retour à l'association des cultures, a initialement été fortement repoussé par les autorités rwandaises. Un changement d'opinion n'a eu

lieu qu'après l'obtention des résultats d'un programme de recherche multilocal avec le système ternaire patate douce - sorgho - soja, qui donnait 45 % de rendement supplémentaire, comparé à celui réalisé en monoculture. Aujourd'hui l'association des cultures est généralement acceptée.

Il faut ajouter en même temps à l'aspect de l'association celui des méthodes culturales protectrices, la culture en ligne de courbe de niveau, les billons dans le même sens, de bonnes rotations, incluant surtout la jachère améliorée arbustive.

6. Les intrants et d'autres moyens modernes

Il faut, c'est notre philosophie, éviter les extrêmes et ne pas exclure par principe les intrants de l'extérieur. Une fois que les éléments 1-5 sont bien introduits, un peu d'engrais, soit NPK, soit CaCO_3 , soit phosphate naturel, soit dolomite peut augmenter la fertilité et éviter l'apparition des facteurs minimum limitants. En plus : une certaine augmentation et diversification des outils mécaniques semble aussi très prometteur pour mieux valoriser la main d'œuvre disponible. Le relief et la densité de l'occupation du terrain excluent la mécanisation par tracteur et machine de grande faille.

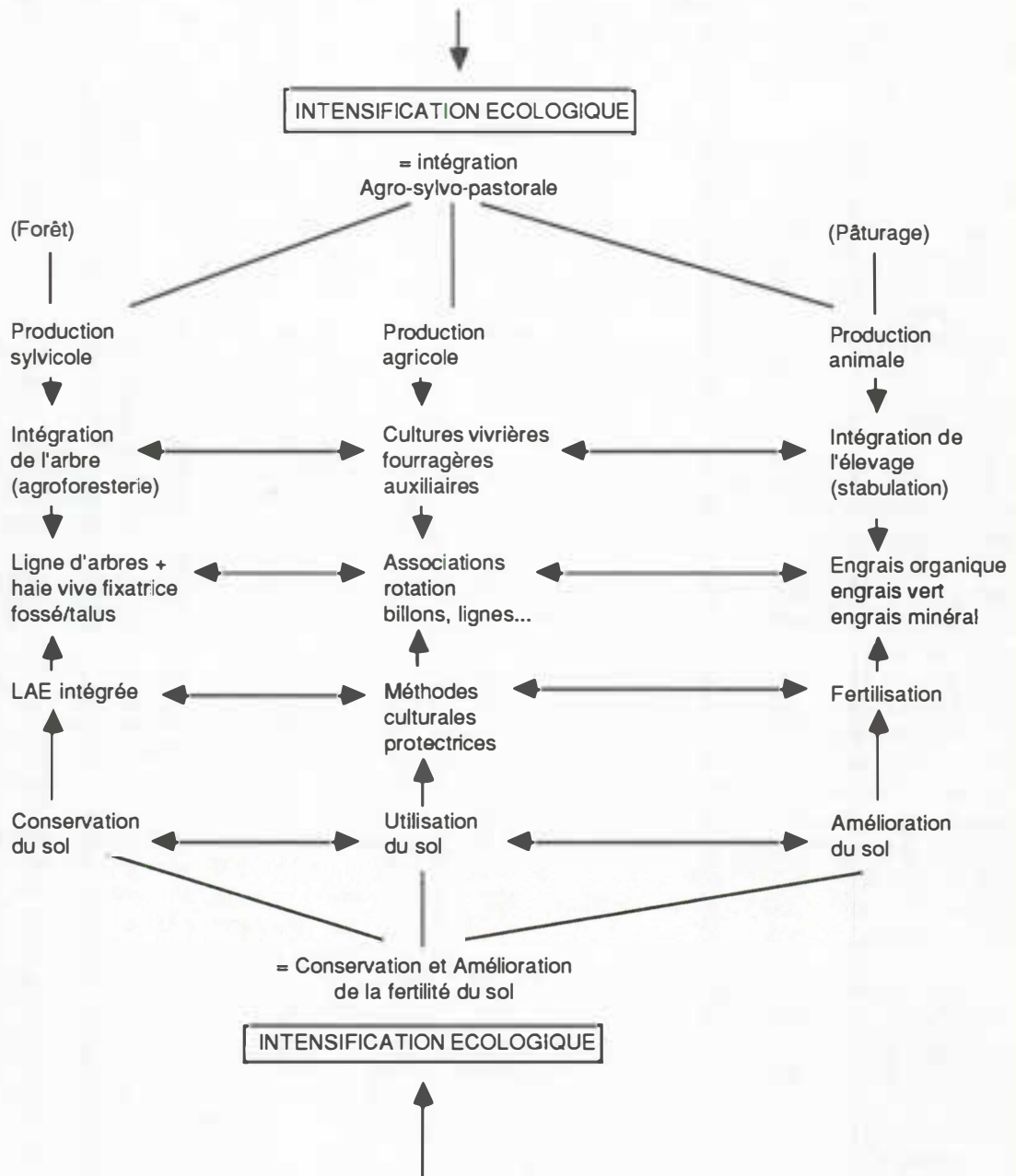
L'écoferme idéale

Les six éléments décrits ci-dessus exigent surtout des innovations, même si ce sont des revalorisations de traditions oubliées ou trouvées dans les régions voisines. Il se trouve d'ailleurs que pour le paysan ce n'est pas seulement la vulgarisation des innovations qui l'intéresse ; il souhaite discuter toutes sortes de problèmes, même des questions concernant des éléments non touchés par l'intention de la transformation envisagée. C'est pourquoi le vulgarisateur doit avoir une idée de l'ensemble de l'exploitation comme unité cohérente, où les éléments forment un organisme systémique, quel que soit leur origine. Notre diagramme 4 donne une impression de l'écoferme agro-sylvo-pastorale idéale du Rwanda, plus précisément de la région du plateau central. Aux six éléments clefs s'ajoutent la bananeraie, un boisement, la caféière, le jardin potager, une petite zone de pâturage sur terrain inculte, la haie de bordure en cas d'une exploitation arrondie.

L'intensification écologique - un résumé théorique

Un dernier schéma sera ajouté pour indiquer encore un autre aspect de l'intensification écologique : l'approche double : d'un côté il y a le complexe conservation-utilisation-amélioration du sol avec toutes les mesures favorables au maintien de la fertilité en condition de culture permanente ; de l'autre côté il y a superposition des trois types de production : l'agriculture, l'élevage et la foresterie, sur la même parcelle, ce qui augmente considérablement l'intensité d'exploitation sans que le

Diagramme 4



système perde sa stabilité, et en même temps cette combinaison renforce la diversité, voilà la réalisation des deux buts principaux de l'écologie.

Le schéma montre en haut et en bas les trois buts, ils suivent les stratégies, et au milieu indique les différents types de réalisation.

Il y a d'autres projets de la Coopération Technique Allemande (CTA) que l'on pourrait citer - DRDR Sokodé/Togo, Carder Atlantique/Bénin, programme du Sahel, Ouagadougou, SECAP Lushoto - qui sont en train de réaliser, chacun d'une manière particulière, sui-

vant les conditions locales, l'idée d'une approche écologique. Au Rwanda il y a même deux activités, supportées par Baden-Württemberg et Rhénanie-Palatinat, qui contribuent à l'intégration de cette approche dans la recherche et l'enseignement de l'Université Nationale du Rwanda. L'activité de l'ICRAF à Nairobi est en train de propager l'idée que l'agroforesterie d'une manière pragmatique. C'est la théorie de l'écodéveloppement qui donne une base logique et compréhensive à de tels projets pour en encourager l'évolution conceptionnelle. L'instrument de la recherche-développement est indispensable pour une synthèse fructueuse des deux.

Diagramme 5

